



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS



**Semana 01a – Modelagem e**  
**Simulação de Sistemas Dinâmicos**  
**SISTEMAS DE CONTROLE**

Prof.: Élder Alves de Moura

Aluno: Pedro Paulo Costa Castro Alves – 11721ECP017

AGOSTO , 2023

# 1 QUESTIONÁRIO

---

1. Poincaré inaugurou a área de estudos denominada “Sistemas Dinâmicos” ao tentar solucionar o problema de determinar as equações de um sistema gravitacional contendo mais de dois corpos massivos. Seu grande *insight* foi utilizar um modelo simplificado, de tal forma que o sistema tridimensional de equações diferenciais se reduzisse a duas, pois para ele partes do problema quando analisadas separadamente não forneciam dados relevantes, assim ele concluiu que a melhor forma de se analisar sistemas complexos descritos por equações diferenciais era observando seu comportamento global.
2.
  - a) ODE’s (Equações diferencial Ordinária) são aquelas onde há uma variável independente enquanto as PDE’s (Equação diferencial Parcial) abrangem  $n$  variáveis.
  - b) O gráfico de espaço fásico representa um conjunto de valores possíveis de serem assumidos por um sistema variável, a partir dele podemos por exemplo visualizar as tendências dos valores e sua taxa de variação na forma de um campo vetorial.
  - c) A potência elevada à uma matriz equivale a uma série de Taylor onde as matrizes são termos do polinômio. É uma função geradora de rotações em outras funções como por exemplo o comportamento da equação de Schroedinger.
3. Sistemas de controle são aqueles onde limitamos um escopo de um problema onde deseja-se que ele comporte de uma certa forma como uma generalização onde dado um conjunto de variáveis de entrada teremos outro conjunto de variáveis de saída sem interferência humana. Os sistemas mais simples são do tipo *feedforward*, onde há apenas relações de mapeamento entradas/saída, e os mais complexos do tipo *feedback*, que além das variáveis de entrada e saída utilizam estados passados do sistema como critério de ajuste de estados futuros. Desse último tipo temos vários subtipos como:
  - Linear: Sistemas que podem ser descritos por equações lineares
  - Não-Linear: Sistemas descritos por equações não lineares.
  - Robusto: Trabalha com intervalos de valores.
  - Adaptativo: Se adapta às variações do sistema ao longo do tempo.

- Ótimo: Sistema que opera numa razão entre custo e desempenho.
- Preditivos: Prediz estados futuros para otimizar o sistema.
- Inteligente: Utiliza dados passados para determinar comportamentos ótimos.

## 2 SIMULAÇÕES

### 2.1 REPRODUZA OS EXEMPLOS 1.3; 1.4; 1.6; E 1.7, APRESENTADOS EM SALA DE AULA.

#### 2.1.1 Exemplo 1.3 – Sistema massa, mola e amortecedor

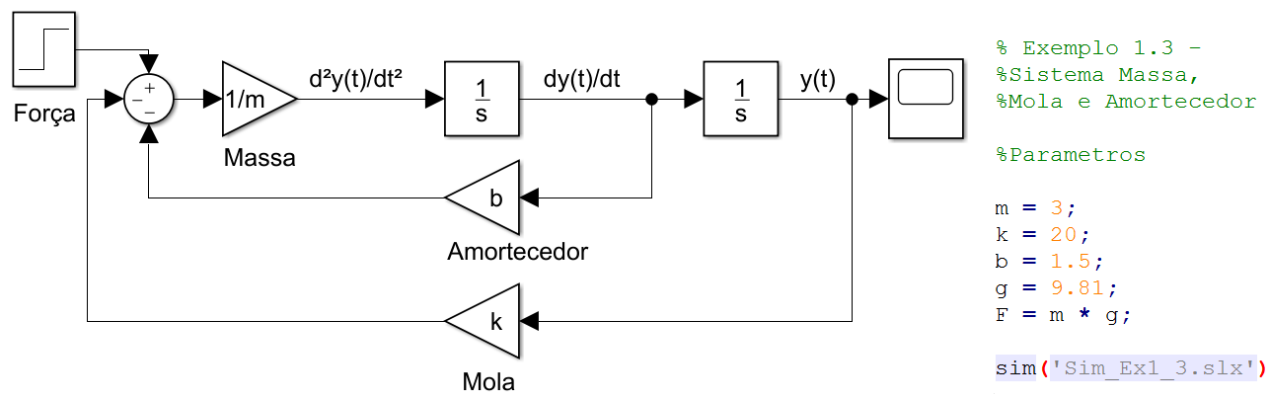


Figura 1: Modelagem do sistema no Simulink e parâmetros de simulação.

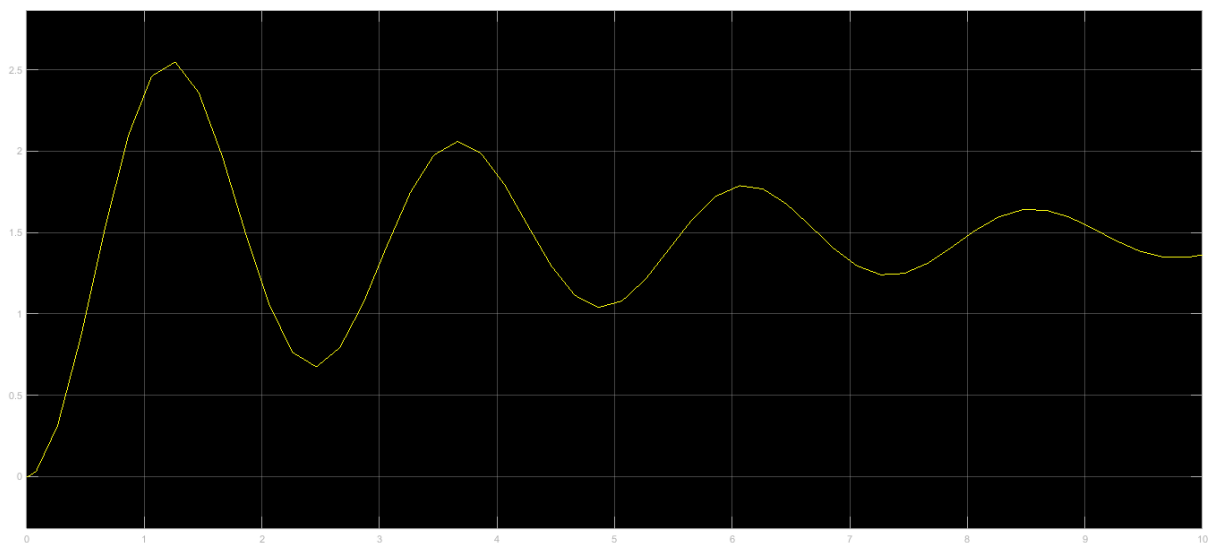


Figura 2: Gráfico da saída do sistema, posição ( $y$ ) em função do tempo.

### 2.1.2 Exemplo 1.4 – Circuito RLC

- a) Tensão de entrada  $v(t) = 10 \text{ [V]}$ , contínua e constante em 10 [V], simulada como uma função degrau.

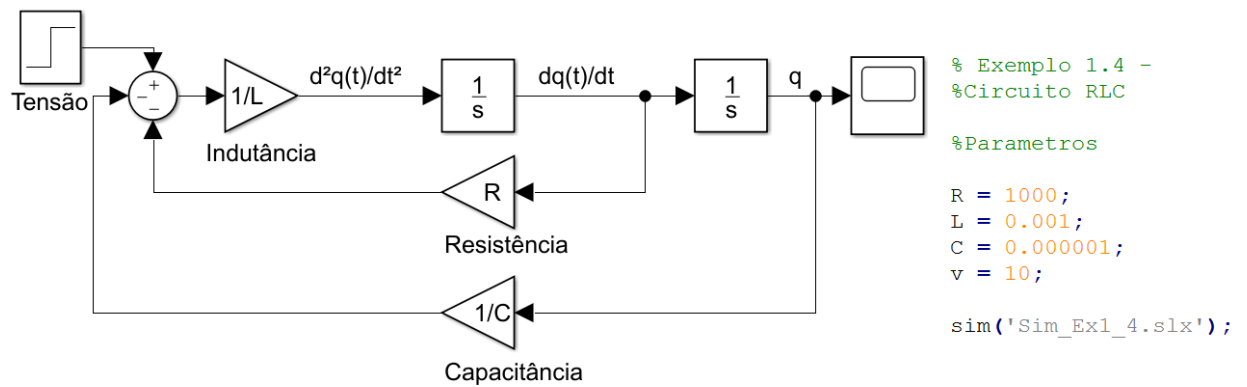


Figura 3: Modelagem do sistema no Simulink e parâmetros de simulação

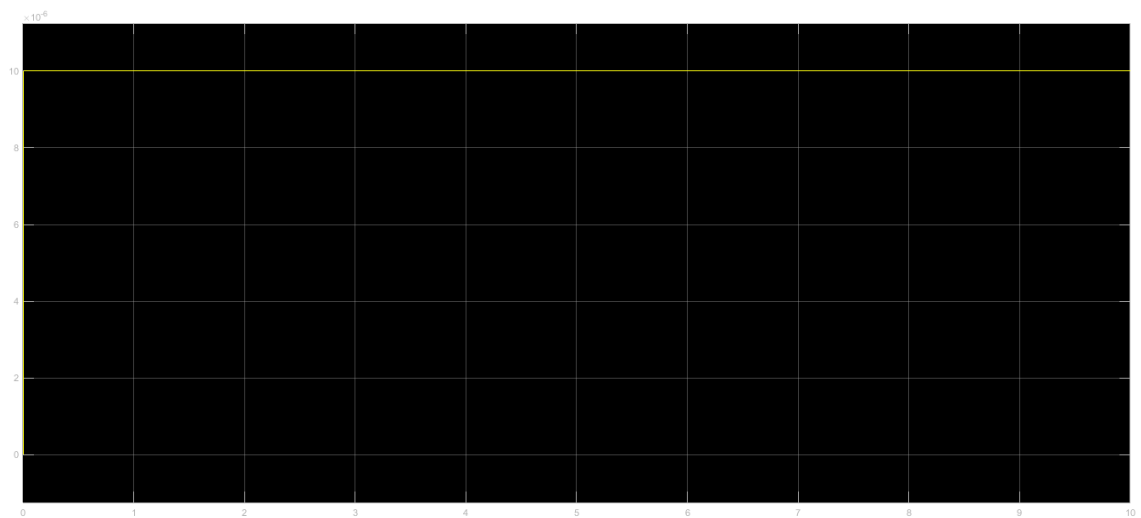


Figura 4: Gráfico da saída do sistema, carga ( $q$ ) em função do tempo.

b) A tensão de entrada  $v(t) = 15 \sin(20\pi t)$ , senoidal de frequência de 10 [Hz] e de amplitude máxima de 15 [V].

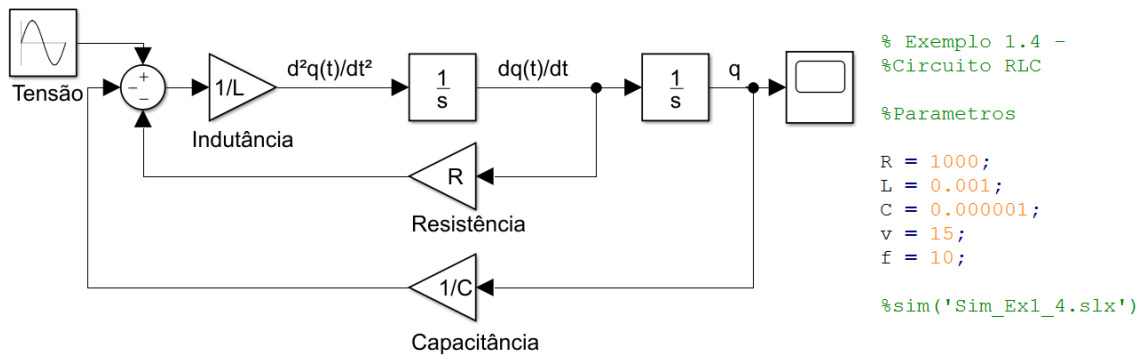


Figura 5: Modelagem do sistema no Simulink e parâmetros de simulação.

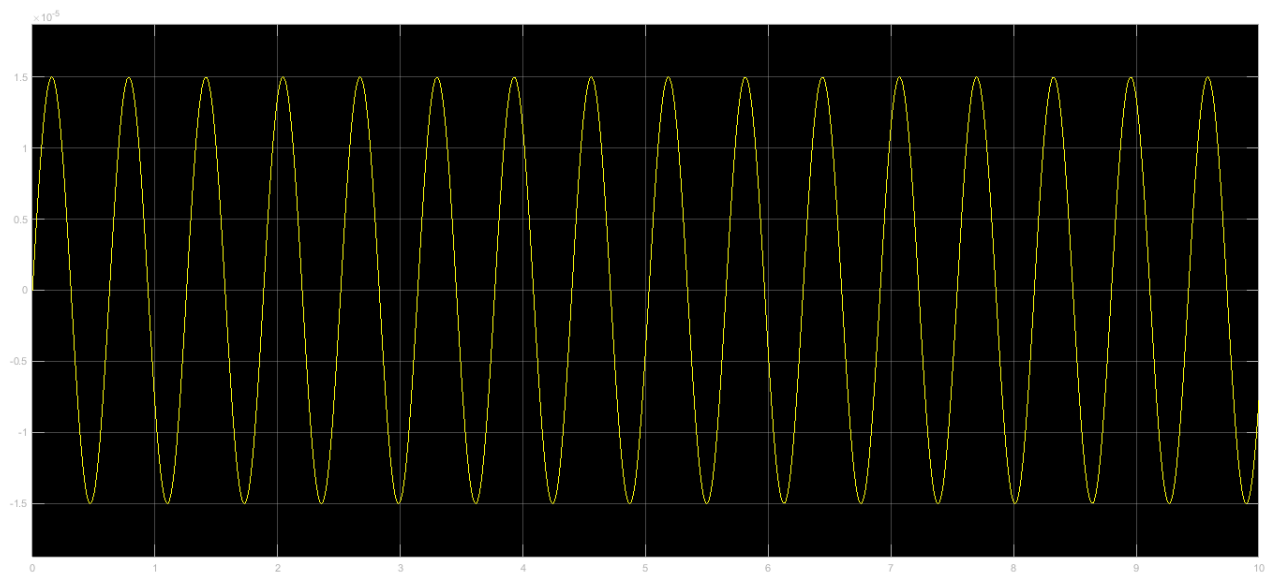


Figura 6: Gráfico da saída do sistema, carga ( $q$ ) em função do tempo.

2.1.3 Exemplo 1.6 – Queda livre com resistência

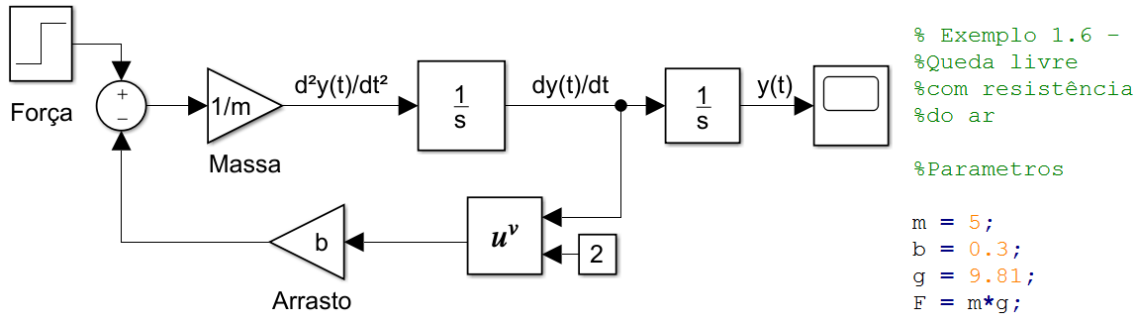


Figura 7: Modelagem do sistema no Simulink e parâmetros de simulação.

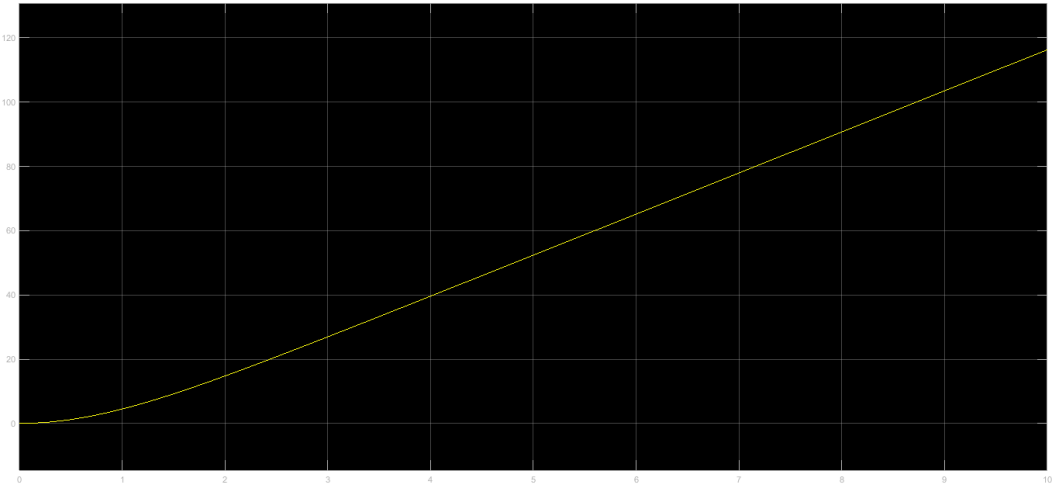


Figura 8: Gráfico da saída do sistema, posição ( $y$ ) em função do tempo para  $m = 5\text{kg}$

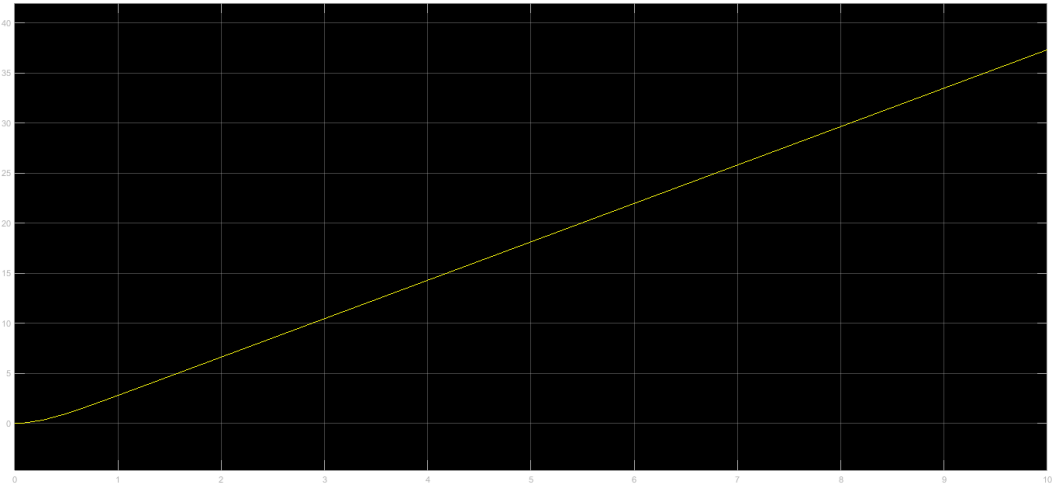


Figura 9: Gráfico da saída do sistema, posição ( $y$ ) em função do tempo para  $m = 0.45\text{kg}$

### 2.1.4 Exemplo 1.7 – Pêndulo

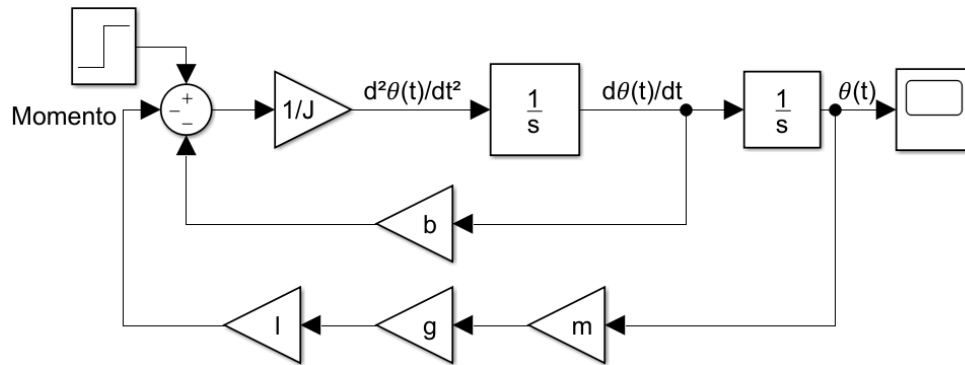


Figura 10: Modelagem do sistema no Simulink.

a) Considere o  $Tc = 0 \text{ [N} \cdot \text{m]}$  e  $\theta_0 = 30^\circ$ ;

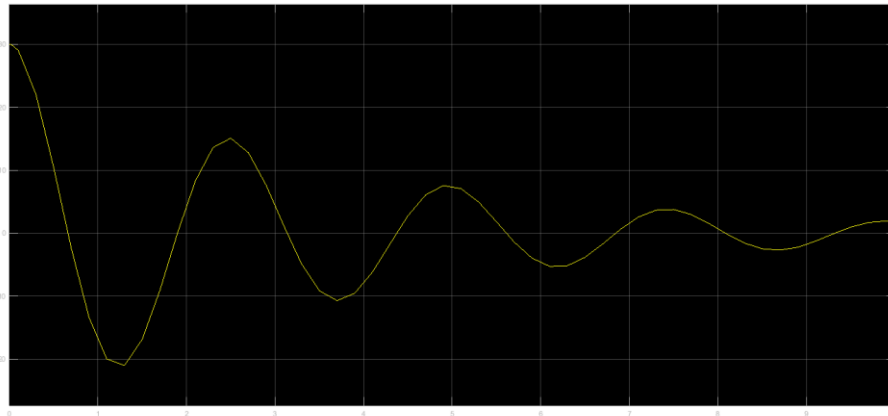


Figura 11: Gráfico da saída do sistema, ângulo ( $\theta$ ) em função do tempo para  $Tc = 0$ ,  $\theta_0 = 30^\circ$ .

b) Considere o  $Tc = 7,7 \text{ [N} \cdot \text{m]}$  e  $\theta_0 = 30^\circ$

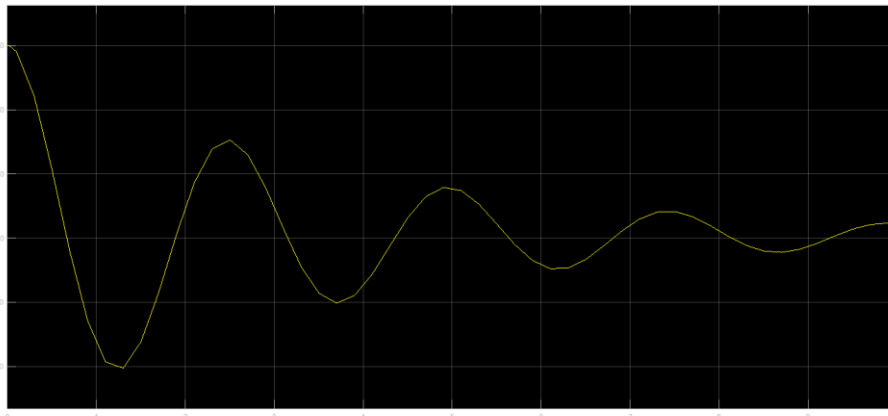


Figura 12: Figura 11: Gráfico da saída do sistema, ângulo ( $\theta$ ) em função do tempo para  $Tc = 7,7$ ,  $\theta_0 = 30^\circ$ .